

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ НА ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В СТАЛИ Р6М5 В ОБЛАСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Черныш Екатерина Юрьевна

Руководитель – доцент, к.т.н. Федоркова Наталья Николаевна

Соруководитель – н.с. Балакин Александр Анатольевич

Национальная металлургическая академия Украины, г.Днепропетровск

e-mail: fedorkova2009@rambler.ru

Температурно-временные параметры кристаллизации и последующего охлаждения металла из твердо-жидкого состояния являются определяющими при формировании литой структуры, фазового состава и свойств отливок [1]. Это открывает возможности эффективного направленного влияния на процессы кристаллизации и структурообразования с целью получения изделий с заданными наперед свойствами и оптимизированной структурой.

В узком температурном интервале охлаждения расплава выше и ниже температуры ликвидуса образуются зародыши кристаллизации и выделяются первые кристаллы твердой фазы, которые могут накапливаться без существенного увеличения размеров при определенных температурах изотермической обработки.

В связи с этим целью данной работы было исследование влияния температуры и изотермической выдержки, а также количества циклов нагрев-охлаждение в области кристаллизации с последующей закалкой на параметры структуры стали Р6М5.

Получение опытных образцов осуществляли на экспериментальной установке, конструкция которой состоит из вакуумной печи с закалочной емкостью [2]. Первая часть эксперимента заключалась в том, что образцы нагревали до 1570°C (с изотермической выдержкой в течение 10 мин), затем охлаждали: I образец до 1260°C, II – до 1320°C и III – до 1420°C и выдерживали при этих температурах по 2 минуты. Затем осуществляли закалку с целью фиксации структуры твердо-жидкого состояния.

Вторая часть эксперимента заключалась в том, что после изотермической выдержки при 1579°C образцы подвергали термоциклированию при температуре 1320°C: IV образец – 1 цикл; V образец – 2 цикла и VI – 3 цикла с охлаждением до 1250°C с последующей закалкой.

Качественный металлографический анализ изготовленных микрошлифов проводили с помощью оптического микроскопа OPTON AXIOMAT (Германия) при увеличениях 100, 250 и 500 крат.

На рис. 1 показана микроструктура стали Р6М5 I, II и III образцов. Как видно из приведенных рисунков, после закалки от температуры 1260°C структура стали представляет собой аустенитную матрицу с

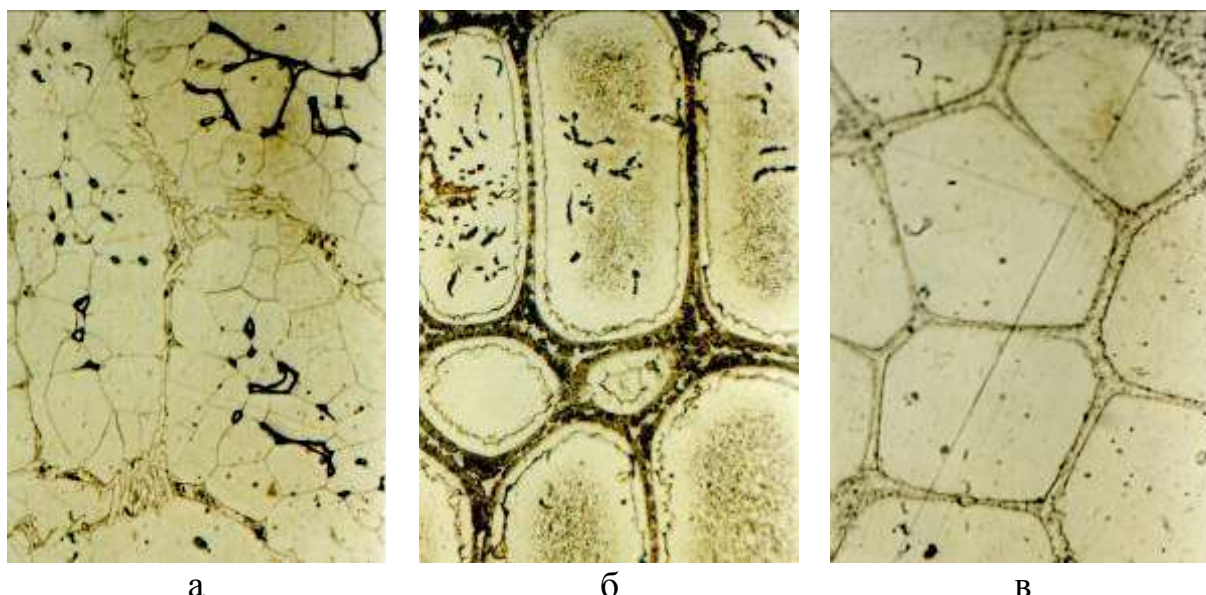


Рис. 1. Микроструктура стали Р6М5 после изотермической выдержки при 1570°С и закаленных от температур: а – 1260°С; б – 1320°С; в – 1430°С, х500

равномерным по размеру зерном и сплошной сеткой из «пруткообразных» пластинчатых карбидов. Установлено [3], что в инструментальных сталях такая неправильная форма характерна для карбидов на основе молибдена и вольфрама M_2C . Исследования фазового состава с помощью рентгеноструктурного и микрорентгеноспектрального анализов подтвердили наличие в составе карбидной эвтектики этих элементов.

При закалке из твердо-жидкого состояния в области перитектического превращения (рис. 1,б) была зафиксирована трехфазная структура, в которой зерна δ -феррита окружены жидкой прослойкой, от которой вглубь зерна наблюдается начало роста аустенита, что соответствует перитектической реакции: $Ж + \delta-Ф \rightarrow А$ [4].

Выдержка и закалка от 1430°С позволила зафиксировать структуру начала кристаллизации стали (рис. 1,в), где мы наблюдаем зерна δ -феррита в окружении жидкой прослойки.

Для изучения влияния термоциклирования на параметры структуры после изотермической выдержки при 1570°С была выбрана температура 1320°С. Результаты эксперимента показаны на рис. 2.

Для вторичных карбидов, обнаруженных в большом количестве в образце после 1 цикла изотермической обработки, имеющих состав $M_{23}C_6$ и образованных на основе ванадия и хрома, характерна высокая степень дисперсности, правильная и глобулярная форма и равномерное распространение в матрице, в данном случае внутри дендритных ветвей. После двух циклов изотермической выдержки количество вторичных мелкодисперсных карбидов значительно уменьшилось, а после трех циклов – их практически не наблюдается.

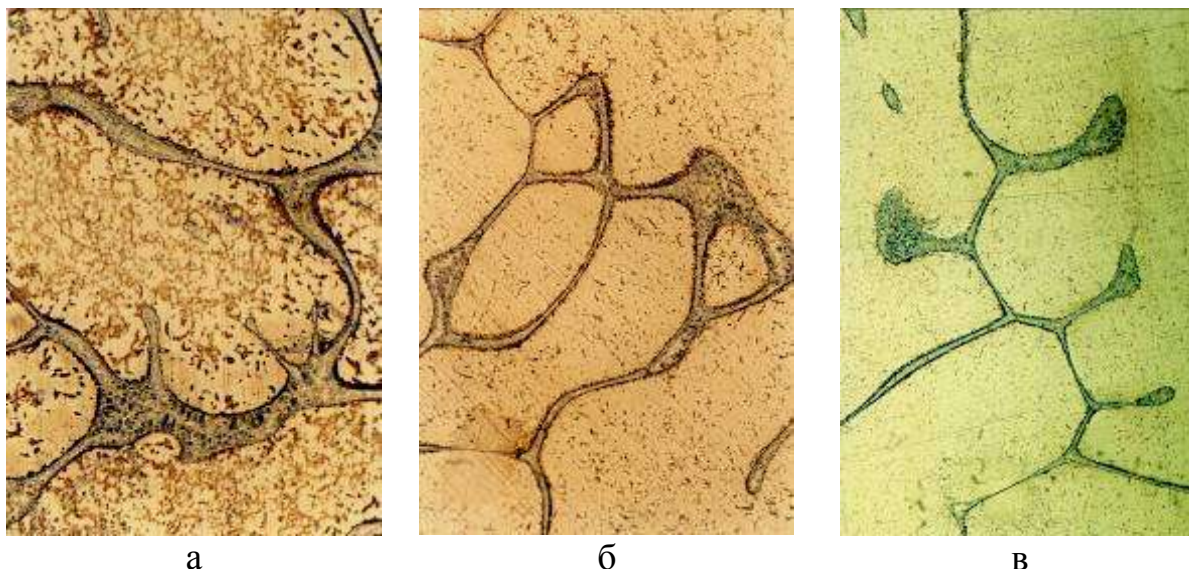


Рис. 2. Структура стали Р6М5, полученная в результате термоциклирования при 1320°C: а – 1 цикл, б – 2 цикла, в – 3 цикла, х250

Следовательно, повышение температуры закалки из твердо-жидкого состояния способствует получению мелкозернистой структуры стали, а увеличение количества циклов, а значит, и увеличение продолжительности изотермической выдержки, способствует растворению вторичных мелкодисперсных карбидов, расположенных в центре дендритов, а также некоторому измельчению самих ветвей δ -феррита и утонению жидких прослоек в междендритной области.

Таким образом, применение изотермической выдержки при температурах жидко-твердого состояния и режимов термоциклирования обеспечивает получение мелкодисперсной структуры стали с равномерным распределением всех структурных составляющих в ней.

Литература

1. Кондратюк С.Є., Тарасенко В.Ю., Стоянова О.М. Структуроутворення за умов ізотермічної обробки в інтервалі температур твердо-рідкого стану. // Плавлення і кристалізація. Металознавство і обробка металів. 2006. - № 2. – С. 3-8.
2. Калинушкин Е.П., Василев Э.Я. Применение метода закалки из полужидкого состояния для изучения процесса кристаллизации быстрорежущих сталей // Закономерности формирования структуры сплавов эвтектического типа: Сб. материалов II Всесоюз. Научн.конф. – Днепропетровск: ДМетИ, 1982. – С.193-198.
3. Шпак П.А., Гречанюк Н.И., Осокин В.А., Артемчук А.А. Морфология карбидов и микроструктура стали Р6М5 электронно-лучевого переплава. // Современная электрометаллургия. Ин-т электросварки им. Патона НАНУ. – 2007. - № 1. – С. 14-18.
4. Калинушкин Е.П. Перитектическая кристаллизация легированных сплавов на основе железа. // Днепропетровск. «Пороги». //- 2007. – 172 с.